



**Centro Universitário de Brasília
Instituto CEUB de Pesquisa e Desenvolvimento - ICPD**

MARIANA PEREIRA GEREZ

INFLUÊNCIA DOS MATERIAIS CONSTRUTIVOS NA PROPAGAÇÃO DE UM INCÊNDIO

Brasília
2017

MARIANA PEREIRA GEREZ

**INFLUÊNCIA DOS MATERIAIS CONSTRUTIVOS NA PROPAGAÇÃO
DE UM INCÊNDIO**

Trabalho apresentado ao Centro Universitário de Brasília (UniCEUB/ICPD) como pré-requisito para obtenção de Certificado de Conclusão de Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Projeto, Execução e Manutenção de edificações.

Orientador: Prof. Eduardo Loureiro

Brasília
2017

MARIANA PEREIRA GEREZ

**INFLUÊNCIA DOS MATERIAIS CONSTRUTIVOS NA PROPAGAÇÃO
DE UM INCÊNDIO**

Trabalho apresentado ao Centro Universitário de Brasília (UniCEUB/ICPD) como pré-requisito para a obtenção de Certificado de Conclusão de Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Projeto, Execução e Manutenção de edificações.

Orientador: Prof. Eduardo Loureiro

Brasília, 09 de Novembro de 2017.

Banca Examinadora

Prof. D.S.C. Neusa Maria Bezerra Mota

Prof. Dr. Gilson Ciarallo

RESUMO

Nas últimas décadas, o desenvolvimento tecnológico trouxe enormes mudanças nos sistemas construtivos. Com esses avanços, as áreas construídas sem compartimentação (vãos abertos) se tornaram maiores e aumentou o uso de fachadas envidraçadas, além do uso de novos materiais incorporados aos elementos construtivos. Tais modificações, aliadas ao número crescente de instalações e equipamentos de serviço, agregam riscos de incêndio que anteriormente não existiam. O crescente número de grandes incêndios no Brasil e no Exterior levantaram o questionamento sobre o que está sendo feito para controlar e direcionar o uso dos diversos materiais de construção e acabamento nas edificações. Percebeu-se que a reação ao fogo dos materiais construtivos, notadamente os de revestimento de pisos, paredes, tetos e fachadas, tem grande influência sobre o tempo disponível para a evacuação das pessoas que utilizam a edificação. O estudo analisa a influência dos materiais construtivos na propagação e nos danos causados por incêndios em edificações urbanas, identificando as principais diretrizes para garantir a segurança contra incêndios de uma edificação, destacando práticas internacionais de referência no que se refere ao controle dos materiais construtivos a serem empregados na edificação, além dos principais critérios a serem buscados na escolha dos materiais. Realiza ainda uma análise dos principais Códigos Estaduais de Segurança Contra Incêndio utilizados no Brasil para verificar qual o nível de controle estabelecido pelas regulamentações nacionais na especificação dos materiais construtivos de forma a garantir a segurança contra incêndio das edificações. Ao final são apresentadas sugestões para melhorar a segurança contra incêndio nas edificações urbanas com base no controle dos materiais construtivos empregados.

Palavras-chave: Incêndio. Reação ao fogo. Materiais construtivos.

ABSTRACT

In the last decades, the technological development brought huge changes in the constructive systems. With these advances, the built areas with open spaces became larger and increased the use of glazed facades, besides the use of new materials incorporated to the constructive elements. Such modifications, allied with the growing number of facilities and service equipment, add fire hazards that previously did not exist. The increasing number of big fires in Brazil and in the entire world have raised the question of what is being done and how to direct the use of the various materials of construction and finishing in the buildings. It was noticed that the reaction to fire of building materials, especially the coating floors, walls, ceilings and facades, has big influence on the time available for the evacuation of people that are using the building. The study analyzes the influence of building materials in the spread and damage caused by fires in urban buildings, identifying the main guidelines to ensure safety against a building fire, highlighting leading international practices in regard to control of the building materials to be employees in the building, besides the main criteria to be sought in the choice of materials. It also performs an analysis of the main State Fire Safety Codes used in Brazil to verify the level of control established by national regulations in the specification of construction materials in order to guarantee the fire safety of buildings. Lastly, suggestions are presented to improve fire safety in urban buildings based on the control of the building materials used.

Key words: Fire. Reaction to fire. Construction materials

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	06
1 GRANDES INCÊNDIOS	09
1.1 Gran Circo, Niterói- 1961	09
1.2 Edifício Andraus, São Paulo -1972	10
1.3 Edifício Joelma,São Paulo- 1974	11
1.4 Edifício Andorinhas, Rio de Janeiro -1986	11
1.5 Boate Kiss, Santa Maria -2013	12
2 REQUISITOS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO	13
3 ETAPAS QUE COMPÕEM A EXECUÇÃO DE UMA EDIFICAÇÃO	14
3.1 Etapas de projeto de arquitetura	14
4 A INTERFERÊNCIA DOS MATERIAIS CONSTRUTIVOS	17
4.1 Conceitos fundamentais	19
5 REGULAMENTAÇÕES E NORMAS INTERNACIONAIS	23
5.1 Estados Unidos- The Uniform Building Code	23
5.2 Japão	25
5.3 Comunidade Européia	27
6 REQUISITOS NACIONAIS	29
6.1 Normas Vigentes no Brasil	29
6.1 Regulamentação Federal, Estadual, Municipal e Distrital	33
7 ANÁLISE DO INCÊNDIO GRENFELL TOWER	40
CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS	46

INTRODUÇÃO

A segurança contra incêndio, no Brasil, tem estado em evidência nas últimas décadas, pois grandes sinistros levaram esta questão a ser repensada com mais atenção.

Durante o processo de seleção dos materiais construtivos (revestimento/acabamento) a serem utilizados em uma edificação, deve-se evitar os que possuem facilidade de sofrer ignição e os que a sustentam. Um incêndio não deve se iniciar a partir dos materiais que compõem o edifício. Os materiais que estão contidos no edifício, que são objeto de uso e não construtivos, são os que normalmente se ignizam em primeiro lugar, mas a propagação pelos materiais de construção deve ser evitada, a fim de não promover maiores danos à estrutura, nem dificuldades à fuga dos usuários.

A reação ao fogo dos materiais construtivos, notadamente os de revestimento de pisos, paredes, tetos e fachadas, tem grande influência sobre o tempo disponível para a evacuação das pessoas que utilizam a edificação. São informações que não podem ser ignoradas quando do planejamento dos materiais utilizados e não podem ser suplantadas por preocupações de minimização de custo.

De fato, a velocidade com que condições insustentáveis são criadas em um ambiente depende de parâmetros como a velocidade de propagação das chamas, o volume e a densidade ótica da fumaça gerada e da razão de liberação de calor. No caso das edificações em que a ocupação é aberta ao público, podendo haver ocasionalmente grande concentração de usuários, o controle da reação ao fogo dos materiais é importante na redução do risco de danos à vida. (GOUVEIA; ETRUSCO, 2002).

A importância da reação ao fogo dos materiais é resumida da seguinte forma: as chamas, a fumaça, o calor do fogo, o número de vítimas, o pânico dos usuários e a severidade do incêndio, estão relacionados com a reação ao fogo dos materiais combustíveis contidos no edifício e os agregados ao sistema construtivo. Já a integridade dos elementos de compartimentação e estruturas, a dificuldade de propagação do fogo entre compartimentos, a eficácia da atuação dos elementos de extinção e as possíveis vidas resgatadas e bens salvados dependem da resistência ao fogo dos materiais que compõem o edifício e da sua própria estrutura (MITIDIERI; IOSHIMOTO, 1998).

A importância do planejamento nesta área é medida pelos sinistros e danos evitados e não unicamente pelos incêndios extintos. Neste processo preventivo os projetistas têm participação fundamental. Apesar disto, a criação arquitetônica, e muitos dos projetos derivados, ainda são feitos à margem do conhecimento da ciência da prevenção contra o fogo. (NETO, 1995)

Este estudo tem por objetivo analisar o desempenho dos materiais construtivos durante propagação e nos danos causados por incêndios em edificações urbanas e propor soluções para a execução de edificações mais seguras.

A partir do objetivo geral foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Definir as principais diretrizes para garantir a segurança contra incêndios de uma edificação;
- Analisar o desempenho dos materiais construtivos na propagação do incêndio e nos danos causados às pessoas e a edificação;
- Pesquisar práticas internacionais de referência no que se refere ao controle dos materiais construtivos de forma a garantir a segurança contra incêndio da edificação;
- Analisar os critérios estabelecidos na legislação nacional e a efetividade desta na segurança contra incêndio no que se refere ao controle dos materiais construtivos utilizados;
- Estudar o incêndio ocorrido no edifício residencial Grenfell Tower em Londres buscando analisar a contribuição dos materiais construtivos na propagação do incêndio e nos danos consequentes;
- Propor soluções para garantir a execução de edificações mais seguras no que se refere ao controle dos materiais construtivos utilizados.

Como método de procedimento foi realizada pesquisa bibliográfica e documental para o estabelecimento do referencial teórico. O trabalho foi estruturado a partir da análise das bases conceituais e normativas que serão apresentadas.

Foram estudadas e apresentadas as etapas que compõem a execução de uma edificação para localizar em que etapa é feita a escolha dos materiais construtivos e como a antecipação dessa escolha poderia aumentar o controle dos materiais escolhidos.

Analisaram-se as regulamentações e normativas utilizadas no Brasil, assim como as práticas internacionais, com foco nas exigências mínimas quanto à reação ao fogo dos materiais e nos parâmetros de desempenho dos materiais construtivos exigidos.

Foi feita a apresentação de conceitos fundamentais na parte de segurança contra incêndio relacionados ao desempenho dos materiais construtivos e a partir dos mesmos, foi realizada uma pesquisa sobre requisitos gerais de desempenho de uma edificação quanto à segurança contra incêndio e o desempenho dos materiais construtivos para garantir a segurança.

Por fim, fez-se a proposição de soluções para melhorar a segurança contra incêndio das edificações no que se refere ao controle dos materiais construtivos utilizados.

No primeiro capítulo faz-se referência aos grandes incêndios ocorridos no Brasil. O segundo capítulo destina-se a descrever os requisitos de segurança contra incêndio. O terceiro capítulo dispõe sobre as etapas que compõem a execução de uma edificação. No quarto capítulo explica-se a interferência dos materiais construtivos. No quinto capítulo analisa-se as regulamentações e normas internacionais enquanto no sexto analisa-se os requisitos nacionais na especificação dos materiais construtivos. Por fim, no oitavo capítulo analisa-se o incêndio do Grenfell Tower em Londres.

1 GRANDES INCÊNDIOS: a identificação da interface entre os materiais e a propagação do fogo

Foram apresentados alguns dos maiores incêndios ocorridos no Brasil ao longo dos anos, que viraram incêndios de grande magnitude por causa dos materiais construtivos ou de acabamento utilizados.

1.1 Gran Circo, Niterói- 1961

O Gran Circo Norte-Americano estreou em Niterói em 15 de dezembro de 1961. Os anúncios diziam que era o maior e mais completo circo da América Latina e uma tinha como grande diferencial uma lona nova em náilon e peso de 150 toneladas. Com três mil pessoas na plateia, faltando 20 minutos para o espetáculo acabar, uma trapezista notou o incêndio. Em pouco mais de cinco minutos, o circo foi completamente devorado pelas chamas. 372 pessoas morreram na hora e, aos poucos, vários feridos morriam, chegando a mais de 500 mortes, das quais 70 % eram crianças (Figura 01). A lona, que deveria ser de náilon, era, na verdade, feita de tecido de algodão revestido de parafina, um material altamente inflamável.

Figura 01 – Gran Circo após o incêndio



Fonte - <http://acervo.oglobo.globo.com>

1.2 Edifício Andraus, São Paulo -1972

O incêndio no Edifício Andraus teve início após uma sobrecarga no sistema elétrico. O fogo iniciou-se no segundo pavimento e consumiu o prédio, que reunia escritórios empresariais. 16 pessoas morreram e 330 ficaram feridas. A maioria dos sobreviventes da tragédia, impossibilitados de utilizar as escadas de emergência, optaram por subir ao último pavimento do edifício, onde ficaram até que os bombeiros controlassem o fogo. Segundo o Corpo de Bombeiros o que contribuiu para a propagação do fogo foi a inexistência de divisão de alvenaria, os vãos livres, a falta de laje inteiriças, grande quantidade de tapetes, papel, celuloide e botijões de gás (Figura 02).

O incêndio suscitou pela primeira vez no Brasil a discussão sobre a segurança na construção de edifícios - algo até então negligenciado. A legislação de segurança começou a ser revista após a ocorrência, mas só ganhou força após o incêndio do Joelma.

Figura 02 – Edifício Andraus durante e após o incêndio



Fonte - <http://culturaaeronautica.blogspot.com.br>

1.3 Edifício Joelma, São Paulo -1974

O incêndio no edifício Joelma teve início por causa de um curto circuito em um aparelho de ar condicionado no 12º andar e se espalhou rapidamente pelos demais pavimentos. As salas do Joelma eram configuradas por divisórias, com móveis de madeira, pisos acarpetados, cortinas de tecido e forros internos de fibra sintética, condição que contribuiu sobremaneira para o alastramento incontrolável das chamas. 191 pessoas morreram e 300 ficaram feridas (Figura 03). Quinze minutos após o curto-circuito era impossível descer as escadas que, localizadas no centro dos pavimentos, não tardaram a serem bloqueadas pelo fogo e a fumaça. Os corredores, por sua vez, eram estreitos. Na ausência de uma escada de incêndio, muitas pessoas ainda conseguiram se salvar ao descer pelos elevadores, mas estes também logo deixaram de funcionar, quando as chamas provocaram a pane no sistema elétrico dos aparelhos.

Figura 03 – Incêndio no Edifício Joelma



Fonte - <https://tvibopenews.wordpress.com/>

1.4 Edifício Andorinhas, Rio de Janeiro -1986

O incêndio no Edifício Andorinhas teve início com o mau contato em uma tomada que gerou uma faísca e se espalhou pelo carpete. No momento haviam mais de 1000 pessoas no prédio. 27 pessoas morreram e mais de 50 ficaram feridas. Como a construção era antiga (1934), não contava com áreas de escape e portas corta fogo. (Figura 04).

Figura 04 – Incêndio no edifício Andorinhas

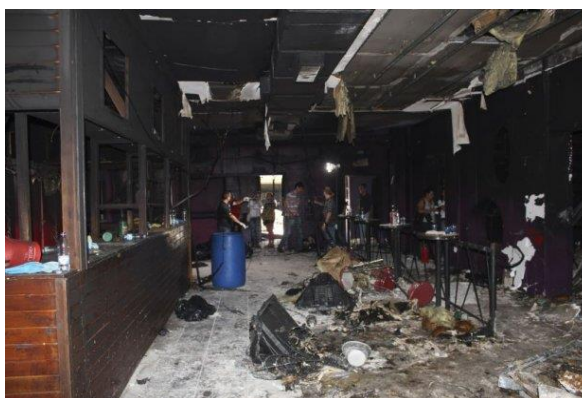


Fonte - <http://memoriaglobo.globo.com>

1.5 Boate Kiss, Santa Maria- 2013

O incêndio na boate Kiss foi uma tragédia que matou 242 pessoas e feriu 680 outras. O acidente foi considerado a segunda maior tragédia no Brasil em número de vítimas em um incêndio, sendo superado apenas pela tragédia do Gran Circo de Niterói. O incêndio foi causado por uma faísca de um sinalizador disparado no palco em direção ao isolamento acústico do teto. A espuma usada em isolamento acústico na boate Kiss era comum em Santa Maria. Era uma espuma de colchão (poliuretano) usada em boates, bares, clubes e outras casas com música ao vivo (Figura 05). O incêndio iniciou um debate no Brasil sobre a segurança e o uso de efeitos pirotécnicos em ambientes fechados com grande quantidade de pessoas.

Figura 05 – Boate Kiss durante e após o incêndio



Fonte - <http://www.rafaelnemitz.com>

2 REQUISITOS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO DE UMA EDIFICAÇÃO

A NBR 15575/ 2013 – Edificações habitacionais — Desempenho, foca nas exigências dos usuários para o edifício habitacional e seus sistemas, quanto ao seu comportamento em uso e não na prescrição de como os sistemas são construídos.

A forma de estabelecimento do desempenho é comum e internacionalmente pensada por meio da definição de requisitos (qualitativos), critérios (quantitativos ou premissas) e métodos de avaliação, os quais sempre permitem a mensuração clara do seu cumprimento.

Requisitos Gerais:

- a) Dificultar o princípio do incêndio;
- b) Facilitar a fuga em situação de incêndio;
- c) Dificultar a inflamação generalizada;
- d) Dificultar a propagação do incêndio;
- e) Segurança estrutural;
- f) Sistemas de extinção e sinalização.

3 ETAPAS QUE COMPÕEM A EXECUÇÃO DE UMA EDIFICAÇÃO

O desenvolvimento de uma edificação passa, desde o processo de escolha do terreno e da criação do projeto arquitetônico, até as etapas de acabamento e limpeza final da obra. Para que tudo ocorra da melhor maneira possível, é fundamental planejar adequadamente e ter um conhecimento geral de todo o processo construtivo. Aqui se analisa essas etapas e a sua relação com a prevenção de incêndio na escolha dos materiais construtivos e de acabamento a serem utilizados.

As etapas de execução de uma edificação são:

- Projeto de Arquitetura
- Projetos Complementares de Engenharia
- Elaboração do Orçamento da obra
- Planejamento da Obra
- Execução
- Entrega

O Projeto de Arquitetura será objeto de detalhamento por ser a etapa que contém a definição dos materiais de acabamento e revestimento a serem usados na edificação.

3.1 Etapas de projeto de arquitetura

A NBR 13532/95 é a norma responsável por especificar as etapas do projeto de arquitetura. As edificações devem ser projetadas objetivando o cumprimento de expectativas traçadas na fase inicial de projeto, ou seja, no escopo do projeto. Esses objetivos são determinados de forma que o objeto construído em questão alcance níveis de qualidade e desempenho esperados.

É preciso conhecer os objetivos da segurança contra incêndio e saber como atuar na prevenção e proteção, desde o anteprojeto até a construção, operação e manutenção de um edifício. Grande parte da segurança contra incêndio pode ser resolvida na fase de projeto.

O projeto de arquitetura é dividido em diversas fases que parte desde a elaboração do programa de necessidades junto ao cliente, passando pela aprovação na administração ou prefeitura da cidade, até o projeto para execução da obra.

Podemos ordenar as etapas do projeto de arquitetura da seguinte forma:

- Definição do programa de necessidades do projeto;

- Estudo Preliminar;
- Anteprojeto;
- Projeto Legal ou de Aprovação;
- Projeto Executivo.

3.1.1 Definição do programa de necessidades do projeto

O início do projeto arquitetônico acontece em uma conversa entre cliente e arquiteto, onde o mesmo procura entender quais as necessidades e objetivos, orçamento disponível, entre outros detalhes para poder começar a pensar no projeto como um todo. Serão definidos os conceitos preliminares do projeto arquitetônico e calendário de execução da obra.

Nessa primeira etapa serão feitos:

- Levantamento de dados
- Programa de necessidades
- Estudo de viabilidade

3.1.2 Estudo preliminar

Nessa fase é entregue a primeira proposta para o cliente. Nela constam alguns layouts conceituais, as soluções adotadas a construção e todas as informações possíveis, como perspectivas 3D, plantas e vistas.

É realizada, ainda, a análise do terreno e das condições legais, como Plano Diretor do Município, ou restrições do condomínio, por exemplo. Esse esboço inicial deve ser aprovado pelo cliente e seguir à próxima etapa do projeto arquitetônico.

3.1.3 Anteprojeto

A partir do estudo preliminar, o arquiteto deve detalhar ao máximo os elementos, instalações e componentes do projeto arquitetônico. Nessa fase são apresentadas as plantas baixas ou maquetes e a fachada principal. Essa é a última etapa em que podem ser feitas alterações no projeto arquitetônico. Após concluída essa etapa e aprovada pelo cliente, as plantas são enviadas para as equipes responsáveis pelos projetos complementares (se houver), como projetos estrutural, elétrico, hidráulico e preventivo de incêndio. É feita, então, a compatibilização de todas as etapas da obra, tornando tudo integrado, harmônico e funcional.

3.1.4 Projeto Legal ou de Aprovação

Também chamado de projeto básico ou projeto de aprovação, é o anteprojeto mais aprofundado, que deve ser apresentado aos órgãos públicos (Prefeitura Municipal ou aos órgãos competentes, concessionárias de serviços públicos e Corpo de Bombeiro) a fim de registrar a construção ou reforma. Nessa etapa do projeto arquitetônico são finalizadas todas as plantas e especificações necessárias.

3.1.5 Projeto Executivo

Essa é a última etapa de um projeto arquitetônico e é a mais minuciosa. No projeto executivo devem constar todos os detalhes e informações técnicas do projeto arquitetônico, pois é ele que será enviado ao canteiro de obras e servirá de guia para a execução do projeto arquitetônico.

No projeto executivo deverá constar a especificação de todos os materiais de acabamentos, metais e louças, detalhes das esquadrias, pisos e paredes, planta de forro, pontos hidráulicos e elétricos, além da planilha de orçamento e cronogramas básicos para a execução de cada etapa da obra.

4 A INTERFERÊNCIA DOS MATERIAIS CONSTRUTIVOS NOS INCÊNDIOS

O desenvolvimento e a duração de um incêndio numa edificação são influenciados pela quantidade de combustível a queimar e pelas suas características arquitetônicas. Na carga de incêndio estão incluídos os componentes de construção, tais como revestimentos de piso, forro, paredes, divisórias, etc. (denominada carga de incêndio incorporada), mas também todo o material depositado na edificação, tais como peças de mobiliário, elementos de decoração, livros, papéis, peças de vestiário e materiais de consumo (denominada carga de incêndio temporal). (Instrução Técnica nº02/2011 CMB-SP).

Por essa razão, o conhecimento do comportamento dos materiais, por parte de quem elabora o projeto de um edifício, pode impedir a ocorrência de situações indesejáveis, como o fácil surgimento e a rápida evolução do incêndio, criando situações de risco para as pessoas e o patrimônio. (Instrução técnica nº02/2011 CMB-SP).

As características do comportamento dos materiais construtivos frente ao fogo podem desempenhar papel preponderante na evolução de um eventual incêndio, dificultando ou contribuindo para que um estágio crítico seja alcançado. Tais características dizem respeito à facilidade com que os materiais sofrem ignição, à capacidade de sustentar a combustão, à rapidez com que as chamas se propagam pelas superfícies, a quantidade e taxa de desenvolvimento de calor liberados no processo de combustão, ao desprendimento de partículas em chamas/brasa e ao desenvolvimento de fumaça e gases nocivos. A reação ao fogo está relacionada íntima e diretamente com a combustão do material e aos produtos por ela liberados. (MITIDIERI, 2000).

A maior parte das regulamentações existentes tratam da reação ao fogo dos materiais utilizados no acabamento de paredes e tetos. Isto acontece porque análises de sinistros ocorridos nos Estados Unidos demonstraram que os pisos tradicionais (madeira, vinílicos e à base de resinas) apresentam contribuição reduzida para a propagação do fogo nos primeiros momentos do incêndio, ao passo que os revestimentos e acabamentos de paredes e tetos, quando em contato com fontes de ignição, podem se envolver logo nos primeiros instantes (UBC Handbook, 1995 apud MITIDIERI; IOSHIMOTO, 1998).

Encontra-se na legislação brasileira a orientação de que os sistemas exigidos como medidas de segurança contra incêndio e pânico das edificações, instalações e locais de risco, deverão ter sua implantação e execução atendidas conforme as normas técnicas elaboradas pelo Corpo de Bombeiros Militar de cada estado e, nos casos omissos, deverão ser adotadas as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), dos órgãos oficiais ou outras reconhecidas como necessárias pelo Corpo de Bombeiros Militar do estado, como é o caso de Mato Grosso que, dentre outros sistemas, admite a Instrução Técnica nº.10 do Corpo de Bombeiros Militar de São Paulo para orientação, implantação e exigência do CMAR (controle dos materiais de acabamento e revestimento). (COUTINHO;CORREIA, 2016).

No caso de inexistência de Normas Nacionais atinentes a determinado assunto, poderão ser utilizadas Normas Internacionais, desde que autorizadas pelo Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, através do Conselho do Sistema de Engenharia Contra Incêndio e Pânico. (Decreto 21.361 -2000).

Para evitar ou retardar a propagação das chamas, pesam sobretudo as características dos materiais empregados na construção, determinadas por meio de ensaios de “reação ao fogo”, que incluem ignitibilidade, incombustibilidade, densidade ótica de fumaça e outros. (ABNT NBR 15575, 2013).

A escolha adequada dos elementos construtivos e dos materiais que serão utilizados em uma edificação é imprescindível para a superação de um sinistro. Aliada a uma boa escolha do mobiliário, e da decoração no sentido amplo, as chances de controle são potencializadas. As consequências mais diretas são a redução da carga incêndio, a minimização da velocidade de propagação das chamas e a restrição da propagação de fumaça em caso de incêndio.

Segundo Manual de Segurança contra incêndio da Anvisa, as condições aplicáveis aos materiais empregados na construção se referem, basicamente, a sua reação ao fogo, o grau de combustibilidade e a emissão de gases tóxicos durante os processos de combustão. Os fabricantes devem indicar em seus produtos tais aspectos de comportamento ante o fogo. Os certificados de ensaio, emitidos por laboratórios idôneos, devem ser exigidos antes da aquisição de qualquer componente especificado preliminarmente.

Muitos materiais podem oferecer, sem muito esforço, maiores níveis de segurança. Neste sentido, diferenciar o que é uma dificuldade ou limitação objetivada

de um interesse econômico setorial resulta em mais esforço de planejamento. Em qualquer caso, a exigência de comprovação poderá ser sumamente positiva. As respostas para muitas das questões técnicas concernentes à segurança contra o fogo virão daí. Os plásticos, tecidos, esquadrias de todo tipo, vidros, cerâmicas, carpetes, blocos cerâmicos, tijolos, telhas, tintas, forros, luminárias, espelhos e todos os outros materiais de acabamento devem ser analisados por esta ótica. O incêndio deve ser apagado na prancheta, na estação de computação gráfica e principalmente na concepção de arquitetos e engenheiros.

O desenvolvimento e a duração de um incêndio são influenciados pela quantidade de combustível a queimar. Com ele, a duração decorre dividindo-se a quantidade de combustível pela taxa ou velocidade de combustão. Portanto pode-se definir um parâmetro que exprime o poder calorífico médio da massa de materiais combustíveis por unidade de área de um local, que se denomina carga de incêndio específica (ou térmico) unitário e corresponde à carga de incêndio específica.

Na carga de incêndio estão incluídos os componentes de construção, tais como revestimentos de piso, forro, paredes, divisórias etc. (denominada carga de incêndio incorporada), mas também todo o material depositado na edificação, tais como peças de mobiliário, elementos de decoração, livros, papéis, peças de vestiário e materiais de consumo (denominada carga de incêndio temporal).

O desempenho dos materiais de construção em relação ao fogo é dividido em três classes, conforme recente harmonização de ensaios feita pela Comissão de Normalização Européia, a saber: (a) a reação ao fogo; (b) a resistência ao fogo. (MOREIRA, 2002).

4.1 Conceitos fundamentais

4.1.1 Reação ao fogo dos materiais

Segundo Mitidieri; Ioshimoto (1998), as características de reação ao fogo dos materiais combustíveis incorporados no interior das edificações, ou seja, sua capacidade de sofrer e sustentar a ignição, propagar chamas, desenvolver calor e produzir fumaça, é fator extremamente importante e condicionante da rapidez com que a inflamação generalizada pode ocorrer no ambiente de origem do incêndio. A

reação ao fogo dos materiais interfere diretamente nos elementos: limitação do crescimento do incêndio, limitação da propagação do incêndio, desprendimento de partículas em chamas/brasa e do desenvolvimento de fumaça e gases tóxicos, evacuação segura do edifício e precaução contra a propagação do incêndio entre edifícios.

A reação ao fogo de materiais utilizados no revestimento/acabamento de paredes e tetos é tratada através da verificação do maior ou menor potencial que eles possuem para contribuir para o desenvolvimento do fogo, quando submetidos à uma situação definida de combustão. A reação ao fogo dos materiais contidos na edificação, quer seja como mobiliário (estofamentos, cortinas, objetos de decoração, etc.), ou então como agregados aos elementos construtivos (revestimentos de paredes, tetos, pisos e fachadas), na primeira fase do incêndio, é de extrema importância, ou seja, são fundamentais a forma e a magnitude com que o material libera o calor, pela propagação das chamas e pelo desenvolvimento de fumaça e gases tóxicos, contribuindo para que o incêndio atinja fases críticas e gere pânico e mortes.

4.1.2 Resistência ao fogo dos materiais

Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas- SP (IPT- SP), resistência ao fogo é a capacidade que os elementos construtivos têm de suportar a ação do incêndio, impedindo por determinado período sua propagação e preservando a estabilidade estrutural da edificação.

Após a inflamação generalizada no ambiente de origem do incêndio e sua propagação progressiva em grandes ambientes, a imensa quantidade de calor gerada entra aos poucos nos elementos estruturais e de compartimentação da edificação, comprometendo suas propriedades mecânicas, levando à fragilização das partes afetadas que podem propiciar a propagação do incêndio ou mesmo a ruína parcial ou total da edificação.

A capacidade destrutiva de um incêndio depende de diversos fatores, entre os quais se destacam: a quantidade de materiais combustíveis envolvidos, a distribuição destes materiais na área afetada e as aberturas de ventilação natural por onde ocorrerá o ingresso do ar externo para alimentar a combustão.

Essa fase inicial tem origem, na maioria das vezes, na ignição de materiais contidos no interior do edifício, ou seja, na interação dos materiais combustíveis, e

não nos materiais incorporados ao sistema construtivo. Essa fase é muito importante, pois nela as chances de controle são maiores, se detectados no início do incêndio.

4.1.3 Produção de fumaça

Durante um incêndio, além dos vapores tóxicos presentes na fumaça, encontram-se materiais particulados que têm como núcleo o carbono, e nas suas superfícies outros materiais, tais como as substâncias tóxicas.

Em uma ação de escape (desocupação ou abandono do prédio), na presença de fumaça, o tempo gasto para a tomada de decisão pode impactar seriamente o sistema respiratório, provocando um aumento da concentração de compostos tóxicos na corrente sanguínea.

Os materiais particulados, normalmente presentes nas fumaças de incêndios, têm origem na combustão de madeiras e de outros materiais orgânicos, como plásticos. Devido à presença de substâncias químicas em suas superfícies, se constituem em um real perigo por poderem conduzir substâncias tóxicas para dentro do organismo humano, por inalação.

As substâncias químicas mais frequentes nas fumaças de incêndios, em concentrações potencialmente letais, são: o monóxido de carbono (CO), o ácido cianídrico (HCN) e o ácido clorídrico (HCl). O ácido cianídrico HCN é gerado normalmente pela combustão de materiais ricos em nitrogênio, em temperaturas não tão altas, pela queima de materiais sintéticos (fibras plásticas) ou naturais (lã e seda) (PURSER, 2002).

Segundo Manual da Anvisa, 70 % das mortes em incêndios são produzidas por intoxicação e asfixia. Somente 30 % por queimaduras, quedas e outras causas.

4.1.4 Toxicidade da fumaça

A toxicidade da fumaça depende das substâncias gasosas que a compõe. Uma das mais comuns é o Monóxido de carbono - CO que é encontrado em todos os incêndios e é resultado da combustão incompleta dos materiais combustíveis a base de carbono, como a madeira, tecidos, plásticos, líquidos inflamáveis e gases combustíveis.

O efeito tóxico deste gás é a asfixia, pois ele substitui o oxigênio no processo de oxigenação do cérebro efetuado pela hemoglobina.

Quando o oxigênio é substituído pelo monóxido de carbono, o composto formado é o carboxihemoglobina que provoca a asfixia do cérebro pela falta de oxigênio.

A anóxia produzida pelo monóxido de carbono não cessa pela respiração do ar fresco, como no caso dos asfixiantes simples. (SEITO, 2008).

4.1.5 Índice de propagação de chama

Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas- SP, o índice de propagação de chama é obtido no ensaio por meio do produto entre o fator propagação de chama desenvolvida na superfície do material (P_c), medido através do tempo para atingir as distâncias padronizadas no suporte metálico com o corpo de prova, e o fator de evolução de calor desenvolvido pelo material (Q), medido através de sensores de temperatura (termopares) localizados em uma chaminé sobre o painel e o suporte com o corpo de prova. Neste ensaio o material é enquadrado em classes que variam de A a E, de acordo com o índice de propagação obtido, sendo a classe A aquela que expressa o melhor desempenho e a classe E o pior.

4.1.6 Densidade Óptica de fumaça

O método de ensaio da densidade de fumaça definido na norma ASTM E662, utiliza uma câmara de densidade óptica fechada, onde é medida a fumaça gerada por materiais sólidos. A medição é feita pela atenuação de um raio de luz em razão do acúmulo da fumaça gerada na decomposição pirolítica sem chama e na combustão com chama.

Os corpos de prova são testados na posição vertical, expostos a um fluxo radiante de calor. São realizados ensaios com aplicação de chama piloto, descritos como “com chama”, visando garantir a condição de combustão com chama e sem aplicação de chama, descritos como “sem chama”, visando garantir a condição de decomposição pirolítica. A pior média de resultados obtidas é utilizada para caracterizar o material ensaiado.

5 ANÁLISE DE REGULAMENTAÇÕES E NORMAS INTERNACIONAIS

A relação entre os materiais na construção e a propagação de incêndio é aqui analisada por algumas normas e regulamentações estrangeiras, que propõem classificações para os materiais quanto à reação ao fogo, dos seguintes países: Estados Unidos, Japão, Estados Unidos e Comunidade Europeia.

5.1 Estados Unidos – The Uniform Building Code

O Uniform Building Code, é o código que abrange de maneira mais ampla a segurança contra incêndio nos Estados Unidos. O UBC restringe a utilização de materiais para tetos e paredes, de acordo com o tipo de ocupação (uso) da edificação. Seu propósito é o retardamento do crescimento do incêndio, controlando a propagação do fogo e o desenvolvimento de calor.

Os critérios para a classificação dos grupos de ocupação são os seguintes:

- grupo A: concentração de pessoas
- grupo B: negócios
- grupo E: educacional
- grupo F: fábricas e indústrias
- grupo H: materiais perigosos
- grupo I: institucional
- grupo M: mercantil
- grupo R: residencial
- grupo S: locais de armazenamento, garagens e oficinas mecânicas
- grupo U: garagens privativas, armazéns, edifícios agrícolas

Os materiais de acabamento interno são lambris, painéis ou qualquer outro material aplicado com finalidades estruturais ou decorativas, correção acústica, isolamento térmico, saneamento e propósitos similares. Não são considerados adornos, móveis, rodapés e corrimãos, portas e janelas, materiais com espessura inferior a 0,9 mm. As espumas plásticas só devem ser utilizadas como acabamento interno quando cumprem a função de isolamento térmico. Neste caso, além de serem sobrepostas por barreiras resistentes ao fogo, devem apresentar índice de

propagação superficial de chama não superior a 75 e índice de fumaça não superior a 450.

As classes em que o material pode se enquadrar dependem do índice de propagação superficial de chama obtido nos ensaios, conforme é apresentado na tabela 3.

A densidade da fumaça não deve superar o valor de 450. Os revestimentos têxteis (carpetes) utilizados como revestimento de teto e piso devem se enquadrar na Classe I de propagação superficial de chama (tabela 01).

Tabela 01 – Índice de propagação superficial de chama

Classe	índice de propagação superficial de chama
I	0 - 25
II	26 - 75
III	76 - 200

Fonte – UBC, v.1, 1994, p 1-152

A limitação das classes de propagação superficial de chama para os materiais utilizados no acabamento de paredes e tetos obedecem ao disposto na tabela 02.

Tabela 02 – Classe de propagação superficial de chama em função do tipo de ocupação

Grupo	Rotas de fuga enclausuradas verticais	Outras rotas de fuga	Salas ou áreas
A	I	II	II
E	I	II	III
I	I	I	II
H	I	II	III
B,F,M e S	I	II	III
R-1	I	II	III
R-3	III	III	III
U	Sem restrições		

Fonte – UBC, v.1, 1994, p 1-152

Conforme citado em Mitidieri; Ioshimoto (1998, p. 74), algumas exceções são consideradas:

I) exceto para o grupo I e para rotas de fuga verticais enclausuradas, podem ser utilizados materiais da classe III de propagação de chama nas áreas destinadas a outras rotas de fuga. Estes materiais também são utilizados como placas de

revestimentos (com altura máxima de 1219 mm acima do nível do piso) de paredes e/ou placas de fixação de painéis e/ou boletins, mas não devem ocupar mais que 5% da área total da parede;

II) se o ambiente é dotado de sistema de chuveiros automáticos, a classe de propagação superficial de chama pode ser reduzida a um nível, mas nunca devem ser utilizados materiais que apresentem valores do índice de propagação de chama maiores que os estabelecidos para a classe III.

5.2 Japão

As regulamentações que contém exigências de segurança contra incêndio são as seguintes:

- Introduction to 77th Building Standard Law;
- Fire Building Standard Law of Japan (BSL);
- The Building Standard Law Enforcement Order (BSLEO);
- Fire Building Standard Law Enforcement Regulation (BSLER);
- Notifications of Ministry of Construction.

As restrições para a utilização de materiais de acabamento dos edifícios aplicam-se para tetos e paredes, de acordo com o tipo de uso, altura e construção, tendo como propósito a proteção contra os riscos associados ao início, ao crescimento e à propagação do incêndio. O desenvolvimento de fumaça e gases tóxicos também é verificado, de modo a garantir que os acessos às rotas de fuga sejam alcançados, permitindo a evacuação segura do local do sinistro.

O Building Standard Law Enforcement Regulation estabelece algumas terminologias, que são utilizadas em todas as regulamentações vigentes e estabelece os procedimentos para a elaboração de relatórios para a aprovação da construção pelo Ministério da Construção. O uso de materiais de acabamento nas edificações, para tetos e paredes, é restrito e tem como objetivo a proteção contra os riscos associados ao incêndio. O desenvolvimento de fumaça e gases tóxicos também é verificado, a fim de que os ocupantes consigam alcançar as rotas de fuga com segurança. As paredes, tetos e respectivos revestimentos são classificados como materiais não-combustíveis, semicomcombustíveis e fogo-retardantes:

a) Materiais não-combustíveis (incombustíveis): quando submetidos a uma combustão não apresentam rachaduras, derretimento, deformações excessivas e não

desenvolvem elevada quantidade de fumaça e gases. São, normalmente, materiais inorgânicos: argamassas, placa de amianto, cobertura para telhado, aço, alumínio, vidro, concreto, tijolo ou outros similares; que estejam em conformidade com os requisitos de incombustibilidade estabelecidos no BSLEO - Notification N.º 1828.

b) Materiais semicombustíveis: quando submetidos a uma combustão apresentam baixa taxa de queima e o desenvolvimento de fumaça e gases é pouco. Não apresentam derretimentos, deformações excessivas ou rachaduras. São: revestimentos metálicos (com pequena quantidade de madeira), painéis de gesso, papel, plástico, placas de cimento que contenham partes de madeira, placas de gesso acartonado ou outros materiais que possuam propriedades de reação ao fogo próximas ou semi-equivalentes às dos materiais não-combustíveis e apresentam-se em conformidade com os requisitos de combustibilidade estabelecidos no BSLEO - Notification N.º 1231.

c) Materiais fogo-retardantes: quando expostos ao processo de combustão apresentam dificuldade de queima. Podem ser protegidos com superfícies incombustíveis e são: madeira e chapas plásticas que sofreram tratamentos químicos para se adequarem à reação ao fogo, ou outros materiais, que possuam propriedades retardantes à chama. Eles devem estar em conformidade com os requisitos de combustibilidade estabelecidos no BSLEO - Notification N.º 1231.

Os ensaios mostrados na Tabela 5 são usados para a classificação dos materiais citada acima. Estes ensaios estão descritos nas Notificações nº 1231. Designation of Quasi – Noncombustible Materials e nº 1828 . Designation of Noncombustible Materials, do Ministério da Construção (Quadro 01).

Quadro 01 – Ensaio de classificação dos materiais com relação à incombustibilidade

Materiais	Ensaio
Materiais não combustíveis	Ensaio de queima superficial
	Ensaio de incombustibilidade
Materiais semicombustíveis	Ensaio de queima superficial
	Ensaio de aquecimento
	Ensaio de toxidade
	Ensaio da caixa modelo
Materiais fogo-retardantes	Ensaio de queima superficial
	Ensaio de toxidade

Fonte – Mitidieri; Ioshimoto (1998).

5.3 Comunidade Europeia

Os Estados que constituem a Comunidade Européia ainda não alcançaram uma harmonia entre as diversas metodologias existentes. Em resposta às exigências do Mercado único Europeu, o Comitê Europeu de Normalização (CEN) criou um grupo técnico de estudos (CEN/TC 127: Fire Safety in Building) com a finalidade de harmonizar os ensaios de resistência e reação ao fogo.

Todos os trabalhos e esforços dispensados têm como objetivo buscar uma uniformização e padronização da regulamentação de segurança contra incêndio, para obter uma classificação dos produtos utilizados na construção civil quanto à reação ao fogo.

Uma das soluções apresentadas, conhecida como Euroclasses, contempla a identificação de métodos de ensaios europeus já existentes e em desenvolvimento. Uma vez definidos os métodos de ensaio, pode-se determinar (MITIDIERI; IOSHIMOTO, 1998):

- a) o número de classes (relacionado com um ou mais tipos de uso previstos: revestimentos de estruturas de aço, paredes, fachadas, etc.);
- b) a ponderação dos parâmetros fundamentais (inflamabilidade, propagação de chamas, quantidade de calor desenvolvido, etc.);
- c) as regulamentações nacionais (decisão unilateral de que classe de produto pode ser utilizada, dependendo da configuração construtiva e de sua finalidade).

A Comissão da Comunidade Européia (CCE) adotou, em 1994, uma decisão relativa a classificação dos materiais em dois grandes grupos:

- I . Materiais e produtos de construção com exclusão de pisos e
- II . Materiais para pisos.

Os materiais são submetidos a ensaios correspondentes às normas ISO (exceto o SBI). São eles:

- a) determinação da incombustibilidade;
- b) determinação do poder calorífico;
- c) ensaio SBI (single burning item);
- d) ensaio SF (small flame)

Aspectos importantes como o desenvolvimento de fumaça, o gotejamento em chamas, a toxicidade dos gases desenvolvidos e o pré-condicionamento dos corpos-

de-prova são também considerados por alguns Estados membros. O desenvolvimento de fumaça, o gotejamento em chamas e a contração do material. Em 8 de fevereiro de 2000, a Comissão de Normalização da Comunidade Européia publicou a Decisão da Comissão 2000/147/EC especificando a classificação da performance de reação ao fogo dos materiais de construção. Nesse momento, há duas tabelas de classificação, uma para pisos e outra para outros materiais de construção.

Em cada tabela há sete classes, A1, A2, B, C, D, E e F (o subscrito FL é usado para diferenciar pisos dos outros materiais), sendo A1 o maior nível de performance correspondente aos materiais menos combustíveis. Para cada classe devem ser realizados ensaios específicos e obtidos os critérios adequados. Cada sistema de classificação é mantido por quatro métodos de ensaios acrescido da norma de classificação.

A Decisão 96/603/EC estabelece uma lista de produtos pertencentes à classe A: Os produtos podem ser considerados como classe A sem ensaio e incluem, por exemplo, concreto, aço, vidro e silicato de cálcio.

6 REQUISITOS NACIONAIS NA ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS CONSTRUTIVOS

Foram analisadas as exigências constantes em normas, legislação federal, nos Regulamentos de Segurança Contra Incêndio do Distrito Federal e dos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Rio Grande do Sul, relativas aos requisitos de reação ao fogo dos materiais construtivos, além das normas técnicas nacionais.

Percebe-se que as mesmas se referem somente a incombustibilidade do material e, em alguns casos, a algum tratamento que melhore suas características de reação ao fogo (MITIDIERI; IOSHIMOTO, 1998).

6.1 Normas vigentes no Brasil

6.1.1 ABNT NBR 15575/ 2013 – Edificações habitacionais — Desempenho

Os projetistas, devem estabelecer a VIDA ÚTIL PROJETADA (VUP) de cada sistema que compõe esta Norma.

Cabe ao projetista o papel de especificar materiais, produtos e processos que atendam o desempenho mínimo estabelecido nesta norma com base nas normas prescritivas e no desempenho declarado pelos fabricantes dos produtos a serem empregados em projeto.

Quando as normas específicas de produtos não caracterizem desempenho, ou quando não existirem normas específicas, ou quando o fabricante não publicar o desempenho de seu produto, é recomendável ao projetista solicitar informações ao fabricante para balizar as decisões de especificação.

Quando forem considerados valores de VUP maiores que os mínimos estabelecidos nesta norma, estes devem constar dos projetos e/ou memorial de cálculo.

Em virtude de se facilitar a fuga em situações de incêndio, devem constar em projeto as rotas de saída dos edifícios projetadas de acordo com as normas pertinentes. Para evitar inflamações generalizadas, os projetos devem especificar materiais de revestimento, acabamento e isolamento com características de propagação de chamas controladas. A fim de evitar a propagação de incêndio alguns critérios são adotados, dentre os quais: isolamento de risco à distância; isolamento de risco por proteção; assegurar estanqueidade e isolamento.

Sendo assim, os projetos devem especificar a determinação da resistência ao fogo de portas e 8 selos corta-fogo. As edificações devem, ainda, dispor de sistemas de extinção e sinalização de incêndio especificados em projeto.

6.1.2 Requisitos em sistemas de pisos e, vedações externas e internas

Dificultar a ocorrência da inflamação generalizada no ambiente de origem do incêndio e não gerar fumaça excessiva capaz de impedir a fuga dos ocupantes em situações de incêndio.

6.1.2.1 Critérios em sistemas de piso

Avaliação da reação ao fogo da face superior (acabamento) do sistema de piso.

A face superior do sistema de piso, compostos pela camada de acabamento incluindo todas as camadas subsequentes que podem interferir no comportamento de reação ao fogo, deve classificar-se como I, II A, III A ou IV A em todas as áreas da edificação, com exceção do interior das escadas onde deve classificar -se como I ou II A, com $D_m \leq 100$ (Tabela 03).

Tabela 03 – Classificação da camada de acabamento incluindo todas as camadas subsequentes que podem interferir no comportamento de reação ao fogo da face superior do sistema de piso.

Classe		Método de ensaio			
		ISO 1182	NBR 8660	ISO 11925-2(exp. =15s)	ASTM E 662
I		Incombustível $\Delta T \leq 30^\circ C$; $\Delta m \leq 50\%$; $t_f \leq 10s$			
II	A	Combustível	Fluxo crítico $\geq 8,0 \text{ kW/m}^2$	FS $\leq 150\text{mm}$ em 20s	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	Fluxo crítico $\geq 8,0 \text{ kW/m}^2$	FS $\leq 150\text{mm}$ em 20s	$D_m > 450$
III	A	Combustível	Fluxo crítico $\geq 4,5 \text{ kW/m}^2$	FS $\leq 150\text{mm}$ em 20s	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	Fluxo crítico $\geq 4,5 \text{ kW/m}^2$	FS $\leq 150\text{mm}$ em 20s	$D_m > 450$
IV	A	Combustível	Fluxo crítico $\geq 3,0 \text{ kW/m}^2$	FS $\leq 150\text{mm}$ em 20s	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	Fluxo crítico $\geq 3,0 \text{ kW/m}^2$	FS $\leq 150\text{mm}$ em 20s	$D_m > 450$
V	A	Combustível	Fluxo crítico $< 3,0 \text{ kW/m}^2$	FS $\leq 150\text{mm}$ em 20s	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	Fluxo crítico $< 3,0 \text{ kW/m}^2$	FS $\leq 150\text{mm}$ em 20s	$D_m > 450$
VI		Combustível		FS $> 150\text{mm}$ em 20s	

FONTE: ABNT NBR 15575-3 (2013)

6.1.2.2 Critério em Sistemas de vedação interna e externa

Avaliação da reação ao fogo da face interna e externa dos sistemas de vedações verticais e respectivos miolos isolantes térmicos e absorventes acústicos.

As superfícies internas das paredes externas (fachadas) devem classificar-se como :

- a) I, II A ou III A, quando estiverem associadas a espaços de cozinha;
- b) I, II A, III A ou IV A, quando estiverem associadas a outros locais internos da habitação, exceto cozinhas;
- c) I ou II A, quando estiverem associadas a locais de uso comum da edificação,
- d) I ou II A, quando estiverem associadas ao interior das escadas, porém com Dm inferior a 100.

Os materiais empregados no meio das paredes (miolo), sejam externas ou internas, devem classificar-se como I, II A ou III A.

As superfícies externas das paredes externas (fachadas) devem classificar-se como I ou II B, dependendo do método escolhido de acordo com a tabela 04.

Tabela 04 – Classificação dos materiais tendo como base o método ABNT NBR 9442

Classe		Método de ensaio		
		ISO 1182	NBR 9442	ASTM E 662
I		Incombustível $\Delta T \leq 30^\circ\text{C};$ $\Delta m \leq 50\%;$ $t_f \leq 10\text{s}$		
II	A	Combustível	$l_p \leq 25$	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	$l_p \leq 25$	$D_m > 450$
III	A	Combustível	$25 < l_p \leq 75$	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	$25 < l_p \leq 75$	$D_m > 450$
IV	A	Combustível	$75 < l_p \leq 150$	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	$75 < l_p \leq 150$	$D_m > 450$
V	A	Combustível	$150 < l_p \leq 400$	$D_m \leq 450$
	B	Combustível	$150 < l_p \leq 400$	$D_m > 450$
VI		Combustível	$l_p > 400$	

FONTE: ABNT NBR 15575-4 (2013)

O método de ensaio de reação ao fogo utilizado como base da avaliação dos materiais empregados nas vedações verticais é o ABNT NBR 9442 “Materiais de construção – Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante – Método de ensaio”, conforme classificação dos materiais. Entretanto para as situações mencionadas a seguir este método não é apropriado:

- Quando ocorre derretimento ou o material sofre retração abrupta afastando-se da chama-piloto;
- Quando o material é composto por miolo combustível protegido por barreira incombustível ou que pode se desagregar;
- Materiais compostos por diversas camadas de materiais combustíveis apresentando espessura total superior a 25mm;

- Materiais que na instalação conformam juntas através das quais, especialmente, o fogo pode propagar ou penetrar;

Nestes casos listados acima, a classificação dos materiais deve ser feita de acordo o método de avaliação dos materiais empregados nas vedações verticais, o EN 13823 – Reaction to fire tests for building products – Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item (SBI).

6.1.3 NBR 9442/1988 - Materiais de construção - Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante - Método de ensaio.

A NBR 9442/1988 prescreve um método para determinar o índice de propagação superficial de chama em materiais de construção, que é prático, apresenta fácil repetibilidade e reprodutibilidade, e é de fácil execução. Por estas razões, é considerado um método de ensaio completo.

De acordo essa norma, o índice obtido por este ensaio é aplicável para medir e descrever a propagação superficial de chama nos materiais e não deve ser utilizado para fixar o grau de segurança contra incêndio; entretanto, os valores obtidos permitem verificar comparativamente qual o material mais conveniente para a segurança contra incêndio, por ocasião do levantamento dos fatores que fixam este grau de segurança para projeto particular face a incêndio real.

A determinação do índice de propagação superficial de chama envolve o produto de dois fatores: fator de evolução do calor (Q) e o fator de propagação de chama (Pc). O fator de evolução do calor é a relação entre a variação da temperatura no ensaio, devida à queima do material, e a razão de desenvolvimento do calor. O fator de propagação de chama é a velocidade com que a chama percorre a superfície do material nas condições de ensaio.

Materiais de acabamento interno de edificações, excluindo os de revestimento do piso, ensaiados conforme esta Norma, devem ser agrupados nas seguintes classes, de acordo com o índice de propagação superficial de chama:

Classe A - Índice de propagação superficial de chama: 0 - 25

Classe B - Índice de propagação superficial de chama: 26 - 75

Classe C - Índice de propagação superficial de chama: 76 - 150

Classe D - Índice de propagação superficial de chama: 151 - 400

Classe E - Índice de propagação superficial de chama: acima de 400

6.1.4 NR 23 – Proteção contra incêndios

A norma NR 23, que fala sobre a proteção contra incêndios nos ambientes de trabalho, não cita em nenhum de seus parágrafos, exigências ou restrições nos materiais construtivos ou de acabamento utilizados, nem a reação desses materiais ao fogo.

6.2 Regulamentação Federal, Estadual, Municipal e Distrital

6.2.1 Lei Federal Nº 13.425, De 30 de Março de 2017 - Prevenção e combate a incêndio e a desastres em estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público

Esta lei estabelece diretrizes gerais e ações complementares sobre prevenção e combate a incêndio e a desastres em estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público.

A Lei só faz uma exigência quanto à reação ao fogo dos materiais de construção e acabamento, que é a prioridade para uso de materiais de construção com baixa inflamabilidade e de sistemas preventivos de aspersão automática de combate a incêndio (Art 4,III).

Contudo não detalha como esses materiais devem ser utilizados e nem a forma de controle desses materiais.

6.2.2 Distrito Federal

Do Distrito Federal, analisou-se o decreto nº 21.361, de 20 de Julho de 2000, que aprova o Regulamento de Segurança Contra Incêndio e Pânico do Distrito Federal.

O decreto estabelece os requisitos mínimos exigíveis nas edificações e fixa critérios para o estabelecimento de Normas Técnicas de Segurança Contra Incêndio e Pânico, no território do Distrito Federal, com vista à proteção das pessoas e dos bens públicos e privados.

Suas exigências quanto à reação ao fogo dos materiais de acabamento são poucas e só citam:

Art. 9º - As proteções Contra Incêndio e Pânico são classificadas em dois grupos da maneira a seguir discriminada:

I – PASSIVAS

b) Meios de controle do crescimento e da propagação do incêndio e pânico:

- Controle de quantidade de materiais combustíveis incorporados aos elementos construtivos;
- Controle das características de reação ao fogo dos materiais incorporados aos elementos construtivos.
- Compartimento horizontal e vertical;
- Resistência ao fogo de elementos decorativos e de acabamentos;
- Isolamentos;
- Afastamentos;
- Aceiros;
- Limitação do uso de materiais que emitam produtos nocivos sob a ação do calor ou fogo;
- Controle da fumaça e dos produtos da combustão.

6.2.3 Estado do Rio de Janeiro

As exigências nas regulamentações do Estado do Rio de Janeiro são escassas quanto à reação ao fogo dos materiais de acabamento. São elas:

6.2.3.1 - Código de Segurança contra Incêndio e Pânico – COSCIP

O Código tem por finalidade estabelecer normas de Segurança Contra Incêndio e Pânico, no Estado do Rio de Janeiro, levando em consideração a proteção das pessoas e dos seus bens.

Suas exigências quanto à reação ao fogo dos materiais de acabamento são:

Art. 56 – Todo edifício-garagem, com qualquer número de pavimentos, será construído com material incombustível, inclusive revestimento, esquadrias, portas e janelas.

Art. 92 – Os teatros, cinemas, auditórios, boates e salões diversos terão os seguintes dispositivos contra incêndio e pânico:

- a) Todas as peças de decoração (tapetes, cortinas e outras), assim como cenários e outras montagens transitórias, deverão ser incombustíveis ou tratadas com produtos retardantes à ação do fogo;

Art. 95 – Os circos terão os seguintes Sistemas de Prevenção Contra Incêndio e Pânico:

- e) quando a cobertura for de lona, será tratada, obrigatoriamente, com substância retardante ao fogo;
- f) os circos serão construídos de material tratado com substância retardante ao fogo. Os mastros, tirantes e cabos de sustentação serão metálicos;

6.2.3.2 - Resolução Nº 142, de 15 de Março de 1994

Art. 75 - Os dutos e equipamentos deverão ser isolados termicamente com materiais considerados incombustíveis ou com velocidade nula de propagação das chamas.

-Subestações de energia elétrica

Art. 81 - No projeto de edificação considerada como um todo, a estrutura básica do piso, teto e paredes deve atender às especificações mínimas para proteção contra incêndio.

Art. 85 - As salas de controle e comando deverão atender às seguintes exigências:

- I - Os pisos serão revestidos com material cerâmico ou material incombustível e resistente a ácidos;
- II - As paredes serão pintadas com tinta à base de água ou revestidas com material incombustível;
- III - Todo complemento decorativo deverá ser tratado com produtos retardantes ao fogo;
- IV - Os tetos serão pintados com tinta à base de água ou revestidos com material incombustível. O forro falso para instalações de ar condicionado será com o emprego de gesso ou fibra de vidro, sem resina aglutinante inflamável;

6.2.4 Estado de São Paulo

O Estado de São Paulo possui várias regulamentações que contêm exigências de segurança contra incêndio. Entre elas estão:

6.2.4.1 Instrução Técnica nº. 10 (IT-10), Controle de Materiais de Acabamento e Revestimento do Corpo de Bombeiros

O controle dos materiais de acabamento e revestimento (CMAR) empregados nas edificações, se destina a estabelecer padrões para o não surgimento de condições propícias do crescimento e propagação de incêndios, bem como da geração de fumaça.

O CMAR não será exigido nas edificações com área menor ou igual a 750 m² e altura menor ou igual a 12 m.

Quando da apresentação do Projeto Técnico, devem ser indicadas em planta baixa e respectivos cortes, correspondentes a cada ambiente, ou em notas específicas, as classes dos materiais de piso, parede, teto e forro.

A responsabilidade do controle de materiais de acabamento e de revestimento nas áreas comuns e locais de reunião de público deve ser do responsável técnico, sendo a manutenção destes materiais de responsabilidade do proprietário ou responsável pelo uso da edificação.

Na solicitação da vistoria técnica deve ser apresentada a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do Emprego de Materiais de Acabamento e de Revestimento.

Quando o material empregado for incombustível (classe I), não haverá necessidade de apresentar Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do Emprego de Materiais de Acabamento e de Revestimento.

O método de ensaio de reação ao fogo utilizado como base da classificação dos materiais é a NBR 9442/86

6.2.4.2 Decreto Estadual nº56.819/11 – Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco do Estado de São Paulo

O Decreto nº 56819/11 do Estado de São Paulo, cita como medida de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco, o controle de materiais de acabamento (Art. 24, V.) A classificação dos edifícios é feita em função do tipo de uso e natureza da ocupação. O controle dos materiais é exigido conforme a ocupação e o

uso, e as exigências quanto à utilização dos materiais de acordo com o tipo de uso e natureza da ocupação são requeridas conforme a área e a altura da edificação.

6.2.4.3 Lei nº.11.228/92, Código de obras e edificações do Município de São Paulo

A Lei nº 11.288/92 do Município de São Paulo entende que os componentes básicos da edificação, que compreendem fundações, estruturas, paredes e cobertura, deverão apresentar resistência ao fogo, isolamento térmico, isolamento e condicionamento acústicos, estabilidade e impermeabilidade adequados à função e porte do edifício, de acordo com as N.T.O. (Normas Técnicas Oficiais, registradas na Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT), especificados e dimensionados por Profissional habilitado.

6.2.5 Estado de Minas Gerais

6.2.5.1 Decreto nº 2912, de 3 de agosto de 1976

Este Decreto regulamenta a lei nº 2.060 de 27/4/1972, que estabelece normas de prevenção e combate a incêndios em edificações destinadas ao uso coletivo, no município de Belo Horizonte. Ele se refere aos elementos de construção no Art.3:

Art.3- Serão construídos de material incombustível:

- a) escadas e rampas, inclusive corrimão
- b) tetos de garagem
- c) paredes divisórias
- d) jiraus
- e) edificações localizadas a menos de 150m (cento e cinquenta metros) de pontes e viadutos
- f) depósitos e armazéns de estocagem de materiais
- g) passarelas e pontes de ligação

6.2.5.2 Decreto nº 44746 de 29 de Fevereiro de 2008

Este Decreto contém o regulamento de segurança contra incêndio e pânico nas edificações e áreas de risco no Estado de Minas Gerais. Os materiais de construção e acabamento são citados nos artigos a seguir:

Capítulo IV - Art. 5º – As exigências de medidas de segurança contra incêndio e pânico previstas neste Decreto serão disciplinadas por Instrução Técnica específica e serão

aplicadas às edificações e áreas de risco existentes ou construídas a partir de sua publicação.

§ 6º – Edificações classificadas como F-5, F-6, F-10 e F-11, com população superior a 200 pessoas, deverão se adequar às exigências de “Controle de Materiais de Acabamento e de Revestimento”.

Capítulo XI - Art. 25 – As medidas de segurança contra incêndio e pânico nas edificações e áreas de risco são as constantes abaixo, podendo ser adotadas, a critério do CBMMG, outras:

VI – controle de materiais de acabamento e de revestimento;

§ 1º – Para a execução e implantação das medidas de segurança contra incêndio e pânico, as edificações e áreas de risco devem atender às exigências previstas nas Instruções Técnicas e, na sua falta, às normas técnicas da ABNT.

§ 2º – Na ausência de norma nacional, poderão ser adotadas literaturas internacionais consagradas.

6.2.6 Estado do Rio Grande do Sul

Muitas revisões em Leis e Decretos existentes, são realizadas apenas após grandes tragédias, as quais enfatizam a necessidade de melhores estudos para esclarecer os profissionais e ter maior rigor no cumprimento das exigências. O exemplo mais recente é a tragédia na Boate Kiss, em Santa Maria/RS, em janeiro de 2013.

6.2.6.1 Lei Complementar nº 14.376, de 26 de dezembro de 2013 atualizada pela Lei Complementar nº 14.924, de 22 de Setembro de 2016

Estabelece normas sobre Segurança, Prevenção e Proteção contra Incêndios nas edificações e áreas de risco de incêndio no Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências.

Art. 36. As edificações e as áreas de risco de incêndio serão dotadas das seguintes medidas de segurança, que serão fiscalizadas pelo CBMRS:

III - controle de materiais de acabamento;

6.2.6.2 Decreto nº 51.803, de 10 de Setembro de 2014

Este Decreto regulamenta os requisitos e os procedimentos técnicos indispensáveis à prevenção e proteção contra incêndio das edificações e áreas de risco de incêndio nos Municípios do Estado do Rio Grande do Sul, considerando a

proteção à vida e ao patrimônio, observada a Lei Complementar nº 14.376, de 26 de dezembro de 2013 e alterações.

Pela primeira vez após o incêndio da Boate Kiss passou a ser exigido o controle de materiais de acabamento e de revestimento nas edificações e em algumas situações exigindo o controle de fumaça, quando a lotação do lugar exceder 200 pessoas.

Art. 30. Para as edificações e áreas de risco de incêndio que exigirem controle de material de acabamento, conforme “Anexo B” (Exigências) deste Decreto, deverá ser anexado ao PPCI laudo de resistência ao fogo para os elementos de compartimentação e/ou com características estruturais, e de reação ao fogo dos materiais de acabamento, de revestimento, de divisórias e de coberturas temporárias e/ou flexíveis.

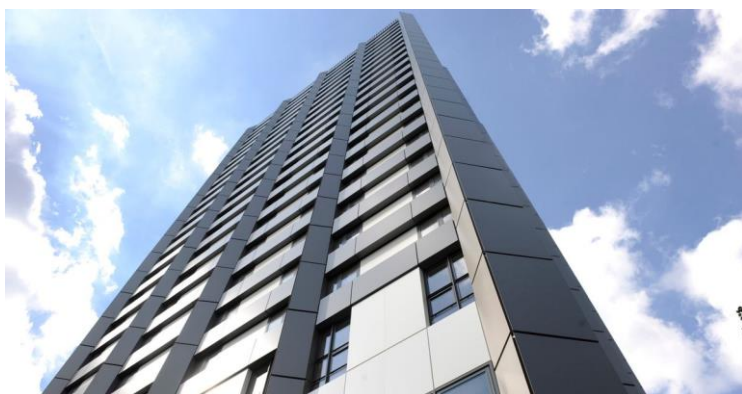
O anexo B dividiu as exigências no controle de material de acabamento em tabelas. Foi feita a classificação das edificações e áreas quanto à ocupação (foram divididos em grupos) e o controle dos materiais é feito em cada grupo em função da sua área (áreas inferiores ou superiores a 750m², ou altura inferior ou superior a 12,00m).

7 ANÁLISE DO INCÊNDIO DA GRENFELL TOWER, LONDRES- 2017

Um incêndio destruiu um prédio residencial chamado Grenfell Tower de 24 andares em Londres, na quarta-feira, 14/06/2017. No prédio, de 120 apartamentos, localizado no bairro de North Kensington, a oeste da capital, moravam cerca de 600 pessoas. Foram confirmadas 79 mortes neste incêndio, segundo reportagem da Gazeta Online do dia 23/06/2017.

O prédio Grenfell Tower construído em 1974 e passou recentemente por uma reforma a um custo de 8,6 milhões de libras. Os trabalhos foram concluídos em maio de 2016. Janelas com isolamento reforçado e sistemas de aquecimento foram instalados, novos apartamentos foram construídos em espaços vazios, e a fachada ganhou novo revestimento (Figura 06).

Figura 06 – Edifício Grenfell Tower após a reforma



Fonte - <http://www.getwestlondon.co.uk>

Testemunhas descreveram a queda de um material branco, que despencava como neve enquanto o prédio queimava (Figura 07).

Figura 07 – Queda do revestimento



Fonte - <https://www.theguardian.com>

Ao que tudo indica, o maior incêndio britânico em séculos começou a partir de um refrigerador, no 4º andar. Mas o que agravou o incêndio foi o revestimento da fachada chamado Reynobond, que está na categoria dos painéis de alumínio composto (conhecidos como ACM - Aluminum Composite Material). As folhas de alumínio continham enchimento em polietileno que é um material altamente combustível (Figura08).

A empresa que forneceu o material de revestimento do edifício admitiu que se tratava de uma opção mais econômica. O material chamado Reynobond PE, é 2 libras (2,3 euros) mais barato por metro quadrado que o Reynobond FR, que possui um núcleo mineral retardador de fogo que garante maior resistência ao fogo. Um dos manuais do fabricante afirma que o Reynobond PE só deveria ser usado em edifícios até 10m de altura e, que se usado em edifícios mais altos, deveria ser reforçado com produtos resistentes ao fogo (o Grenfell Tower tem 67m de altura).

Figura 08 – Esquema da propagação do fogo



Fonte - <https://www.thesun.co.uk>

O fogo foi escalando o prédio num efeito chaminé pelo espaço de ar de 50mm entre os painéis e a fachada do prédio (Figura 09). O calor de mais de 700 graus não foi o único problema. O revestimento escondia um assassino: o cianeto de hidrogênio. A fumaça continha esse gás altamente tóxico, usado até em câmaras na execução de condenados à morte.

Figura 09 – Efeito chaminé e rápida propagação do fogo



Fonte - www.bbc.com

As chapas de ACM (Aluminium Composite Material) também chamadas de Alumínio Composto, são conhecidas principalmente por suas características de planicidade, leveza e rigidez, o que contribui para estimular a criatividade projetual e oferecer soluções inovadoras para o mercado de arquitetura no Brasil. Elas têm sido muito usadas em revestimentos de fachadas ventiladas (Figura 10).

Figura 10 – Edifício antes e depois do retrofit

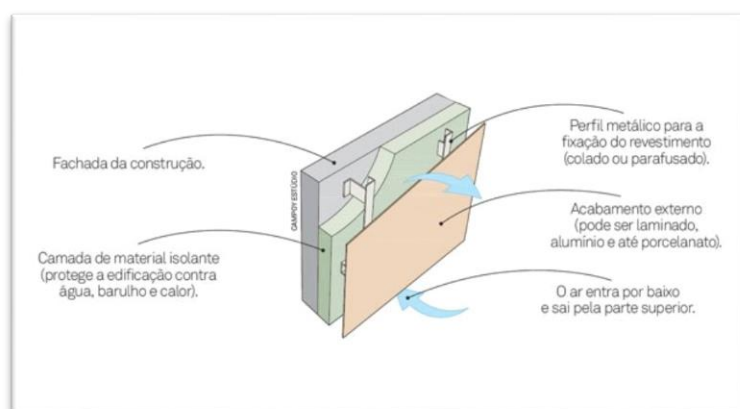


Fonte - <https://www.thesun.co.uk>

As fachadas ventiladas são utilizadas tanto pelos efeitos estéticos quanto pelo desempenho térmico prometidos. Pode também, como uma "capa" protetora, preservar a estrutura e prolongar a vida útil da edificação. Ao afastar o revestimento

da parede, sobra espaço para uma câmara de ar, permite a ventilação natural e contínua da parede do edifício, através do efeito de chaminé (o ar entra frio pela parte inferior e sai quente pela parte superior). Entre as vantagens que a fachada ventilada oferece, destacam-se a redução na variação térmica da estrutura (o que ajuda a poupar energia com refrigeração) e o aumento da vida útil da edificação – eficientemente protegida contra intempéries (Figura 11).

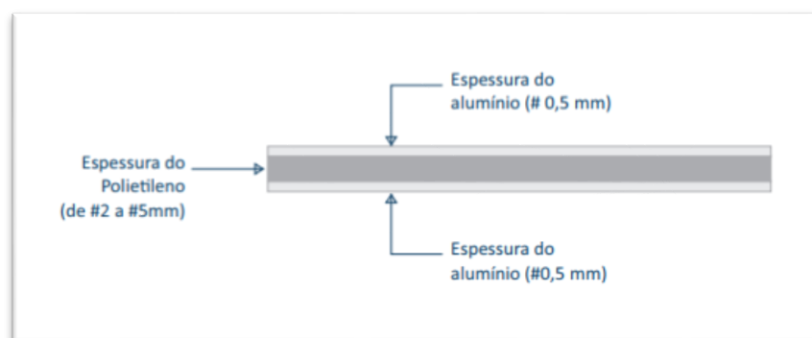
Figura 11 – Elementos que compõem a fachada ventilada



Fonte - <https://casa.abril.com.br>

Os revestimentos em ACM devem ser planejados na fase arquitetônica e inseridos a seguir em obras novas, mas também é uma boa opção para trabalhos retrofit. No entanto, a instalação precisa ser adequada em ambos os casos, pois embora ofereça vantagens de durabilidade e modernidade visual, a má aplicação pode danificar mais rapidamente o local, além de comprometer o aspecto estético pretendido. As placas são um “sanduíche” formado por duas lâminas de alumínio com núcleo de polietileno de baixa densidade, além de apresentar um peso 40 % menor que as chapas maciças (Figura 12).

Figura 12 – Elementos que compõem as placas de ACM



Fonte - CONSTRUCARE, Manual básico alumínio composto

CONCLUSÃO

Apesar dos trabalhos já realizados na área, muito ainda deve ser estudado, pesquisado, planejado e introduzido em nossas regulamentações para que possamos alcançar um nível aceitável de segurança contra incêndio para toda a população brasileira. (MITIDIERI; IOSHIMOTO, 1998).

Diante de cada vez mais variedades de materiais de acabamento e revestimentos empregados nas edificações, a fim de torná-los mais atraentes e aconchegantes, somadas à elevada circulação de pessoas, tem sido ainda mais importante ampliar o conhecimento dos princípios de segurança contra incêndio na formação de arquitetos e urbanistas, para que eles sejam eficazmente incorporadas ainda na fase de concepção de projeto, repercutindo, conseqüentemente, em todo processo de construção e na qualidade do produto final.

Observa-se que existe uma limitação quanto à utilização de materiais combustíveis, pois os que não apresentam desempenho satisfatório frente ao fogo ~~podem~~ devem ter seu uso impedido.

Ao elaborar um projeto de arquitetura, ~~deve-se~~ o profissional deve ter conhecimento da influência na escolha dos materiais construtivos na propagação do fogo em um incêndio e ~~deveria ser levado~~ levar isso em conta na fase de projeto. Após fazer uma análise sobre as etapas de um projeto, é possível perceber que a especificação desses materiais deveria ser feita no projeto que vai para aprovação da autoridade competente (administração ou da prefeitura ou administração regional). Para que isto seja seguido, seria muito importante a ~~elaboração de uma norma que indicasse uma classe de materiais adequados para cada tipo de uso, visando sempre a segurança e proteção dos usuários~~ introdução de parâmetros de controle de segurança contra incêndio dos materiais construtivos no Código de Obras e Edificações, que é o instrumento técnico e legal utilizado pela autoridade competente na análise e aprovação dos projetos arquitetônicos.

No Brasil, em particular, é uma preocupação a falta de regulamentação estabelecendo exigências mínimas quanto à reação ao fogo dos materiais e a escassez dos laboratórios capazes de realizar ensaios de determinação dos parâmetros de controle, o que, combinado à deficiência de formação de engenheiros e arquitetos nesta área, pode resultar em projetos inadequados e edificações inseguras.

A determinação de exigências mínimas dos materiais de construção quanto à reação ao fogo pode ser feita no contexto de uma estrutura de regulamentação prescritiva. Nesse caso, ~~valores extremos de determinados parâmetros~~requisitos mínimos de controle –são estabelecidos sempre tendo em vista a segurança contra incêndio das edificações.

Outro fator relevante é a ausência de certificação nacional, que faz com que muitos produtos não atendam aos padrões de segurança, pela não obrigatoriedade. E essa não correspondência da indústria com relação aos materiais produzidos foi claramente percebida na dificuldade em encontrar, disponível na internet, materiais cujas especificações técnicas abordasse suas características de resistência ao fogo e apresentasse os resultados obtidos por meio de ensaios laboratoriais.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9442/1988**. Materiais de construção - ensaio de propagação superficial de chama - método do painel radiante.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575/2013**. Edificações habitacionais — Desempenho.

BERTO, A. F. **Medidas de proteção contra incêndio**: aspectos fundamentais a serem considerados no projeto arquitetônico dos edifícios. 1991. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo.

BRASIL. **Lei 13425/2017** de 13 de Março de 2017. Estabelece diretrizes gerais sobre medidas de prevenção e combate a incêndio e a desastres em estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público; altera as Leis no s 8.078, de 11 de setembro de 1990, e 10.406, de 10 de janeiro de 2002 – Código Civil; e dá outras providências.

BRASIL. **Instrução técnica nº.02/2011**. Dispõe de orientações para os profissionais da área, permitindo um entendimento amplo sobre a proteção contra incêndio descrito no Decreto Estadual nº 56.819/11 do Estado de São Paulo.

BRASIL. **Instrução técnica nº.10/2015**. Estabelecer as condições a serem atendidas pelos materiais de acabamento e de revestimento empregados nas edificações, para que, na ocorrência de incêndio, restrinjam a propagação de fogo e o desenvolvimento de fumaça, atendendo ao previsto no Decreto Estadual nº56.819/11 – Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco do Estado de São Paulo.

BRASIL. **Decreto estadual nº.897**, de 21 de setembro de 1976 (Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico - COSCIP) do Estado do Rio de Janeiro.

BRASIL. **Decreto estadual nº 56.819**, de 10 de março de 2011, Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco do Estado de São Paulo

BRASIL. **Lei nº11.228**, de 04 de junho de 1992, Dispõe sobre as regras gerais e específicas a serem obedecidas no projeto, licenciamento, execução, manutenção e utilização de obras e edificações, dentro dos limites dos imóveis; revoga a Lei nº 8.266, de 20 de junho de 1975, com as alterações adotadas por leis posteriores, e dá outras providências. Código de obras e edificações do Município de São Paulo.

BRASIL. **Decreto estadual nº 2.912**, de 03 de agosto de 1976, Regulamenta a lei nº 2.060 de 27.4.72, que estabelece normas de prevenção e combate a incêndios em edificações destinadas ao uso coletivo, no município de Belo Horizonte.

BRASIL. **Decreto estadual nº 44.746**, de 29 de fevereiro de 2008, Regulamenta a Lei nº 14.130, de 19 de dezembro de 2001, que dispõe sobre a prevenção contra incêndio e pânico no Estado e dá outras providências.

BRASIL. **Lei complementar nº 14.376**, de 26 de dezembro de 2013, Estabelece normas sobre Segurança, Prevenção e Proteção contra Incêndios nas edificações e áreas de risco de incêndio no Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências.

BRASIL. **Decreto estadual nº 51.803**, de 10 de setembro de 2014, Regulamenta a Lei Complementar n.º 14.376, de 26 de dezembro de 2013, e alterações, que estabelece normas sobre segurança, prevenção e proteção contra incêndio nas edificações e áreas de risco de incêndio no Estado do Rio Grande do Sul.

BRASIL. **Resolução nº 142**, de 15 de Março de 1994. Baixar instruções complementares para execução do Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico (COSCIP), dando nova redação à Portaria-002/78, e às Notas Técnicas, Normas Técnicas e Ordens de Serviço emitidas após a vigência do mesmo, até o ano de 1992.

BRASIL. **Norma de procedimento técnico nº.010/2011**. Estabelece as condições a serem atendidas pelos materiais de acabamento e de revestimento empregados nas edificações, para que, na ocorrência de incêndio, restrinjam a propagação de fogo e

o desenvolvimento de fumaça, atendendo ao previsto no Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico das edificações e áreas de risco do Corpo de Bombeiros Militar do Paraná.

BRASIL. **Decreto 21.361** de 20 de julho de 2000, Aprova o regulamento de Segurança contra incêndio e Pânico do Distrito Federal e dá outras providências.

GOUVEIA, A. M. C. de; ETRUSCO, P. Tempo de escape em edificações: os desafios do modelamento de incêndio no Brasil. **REM: Revista Escola de Minas**, v. 55, n. 4, p. 257-261, 2002.

COUTINHO, B. A.; CORRÊA, A. R. A Interpretação do Controle de Materiais de Acabamentos e de Revestimento no Processo de Segurança Contra Incêndio e Pânico. **E&S Engineering and Science**, v. 5, n. 2, p. 26-41, 2016.

MITIDIERI, M. **Verificação do comportamento frente ao fogo de materiais utilizados no acabamento e revestimento das edificações** – ensaios de reação ao fogo. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2000.

MITIDIERI, M.; IOSHIMOTO, E. **Proposta de classificação de materiais e componentes construtivos com relação ao comportamento frente ao fogo- reação ao fogo**. 1998. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MOREIRA, P. E. R. **Reação ao fogo dos materiais e tempo de escape em edifícios de centros comerciais no Brasil**. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Civil, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2002.

NETO, M. A da L. **Condições de Segurança contra incêndio**, CEP, 1995.

SEITO, A. et al. **A Segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

SMITH, D. **European system of fire classification for construction products** – the reality. Fire Safety Engineering, 2001.